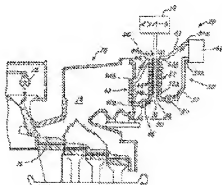


# THERMOELECTRIC GENERATOR

**Patent number:** JP11041958 (A)  
**Publication date:** 1999-02-12  
**Inventor(s):** KAGAWA SHUZO -  
**Applicant(s):** KUBOTA KK -  
**Classification:**  
- international: **H01L35/30; H01L35/32; H02N11/00; H01L35/28; H01L35/32; H02N11/00;** (IPC1-7): H01L35/30; H01L35/32; H02N11/00  
- european:  
**Application number:** JP19970189772 19970715  
**Priority number(s):** JP19970189772 19970715

## Abstract of JP 11041958 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To decrease the electric energy for a circulating pump required for the circulation of the medium for heating the high-temperature side of a thermoelectric module in a thermoelectric generator. **SOLUTION:** In a heat transfer pipe 40, wherein a heat medium is circulated and a high-temperature side contact part 31 of a thermoelectric module 30 is heated, a heat-receiving part 42 by which the heat medium is heated, is arranged in a heat source, and a heat radiating part 44 which heats the high-temperature side contact part of the thermoelectric module is arranged at the outside of the heat source. In the heat-receiving part, an outlet 42b is arranged at a position higher than an inlet 42a. In the heat radiating part, an inlet 44a is arranged at a position higher than an outlet 44b, and the inlet 44a of the heat-radiating part is arranged at the position which is higher than the outlet 42b of the heat-receiving part.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

特開平11-41958

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

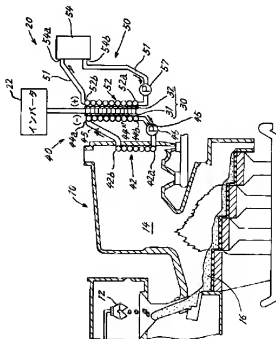
(51)Int.Cl. <sup>6</sup> H 0 2 N 11/00 H 0 1 L 35/30 35/32	識別記号	F I H 0 2 N 11/00 H 0 1 L 35/30 35/32	A  Z
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)			
(21)出願番号	特願平9-189772		
(22)出願日	平成9年(1997)7月15日		
(71)出願人	000001052 株式会社クボタ 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号		
(72)発明者	香川 修三 兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社 クボタ技術開発研究所内		
(74)代理人	弁理士 丸山 敏之 (外1名)		

## (54)【発明の名称】 熱電発電装置

## (57)【要約】

【課題】 熱電発電装置において、熱電モジュールの高温側接触部加熱用熱媒体の循環に要する循環ポンプの電力量を少なくする。

【解決手段】 内部を熱媒体が循環し熱電モジュール30の高温側接触部31を加熱する熱輸送管40は、熱媒体が加熱される受熱部42を熱源の中に配備し、熱電モジュールの高温側接触部を加熱する熱放出口44を熱源の外に配備しており、受熱部は出口42bを入口42aよりも高い位置に配置し、熱放出口は入口44aを出口44bよりも高い位置に配置し、熱放出口の入口44aを受熱部の出口42bよりも高い位置に配置する



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温側接触部(31)及び低温側接触部(32)を有する熱電モジュール(30)と、内部を熱媒体が循環し熱電モジュールの高温側接触部(31)を加熱する熱輸送管(40)と、熱電モジュールの低温側接触部(32)を冷却する冷却装置(50)とを具え、熱電モジュールの高温側接触部と低温側接触部との間に生じた温度差により熱発電を行なう熱発電装置(20)において、熱輸送管(40)は、熱源の中に配備されて熱媒体が加熱される受熱部(42)と、熱源の外に配備されて熱電モジュールの高温側接触部を加熱する熱放出口(44)を有しており、受熱部(42)は、出口(42b)が入口(42a)よりも高い位置に配置され、熱放出口(44)は、入口(44a)が出口(44b)よりも高い位置に配置され、熱放出口の入口(44a)が受熱部の出口(42b)よりも高い位置に配置されていることを特徴とする熱発電装置。

【請求項2】 冷却装置(50)は、内部を冷却水が循環する導管(51)と、冷却水を冷却する冷却塔(54)とを具えており、導管(51)は、熱電モジュール(30)の低温側接触部(32)を冷却する冷却部(52)を有しており、冷却部(52)は、出口(52b)が入口(52a)よりも高い位置に配置され、冷却塔(54)は、入口(54a)が出口(54b)よりも高い位置に配置され、冷却塔の入口(54a)が冷却部の出口(52b)よりも高い位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の熱発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱電モジュールによる発電装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】熱電モジュールは、一般的にはp型熱電素子とn型熱電素子が電極板を介して電気的に直列となるように接合されたもので、p、n素子対の接合部間に温度差を与えると電位差が発生する。この現象はゼーベック効果として知られており、例えばごみ焼却炉の廃熱を利用した熱発電用に利用されている。

【0003】この熱発電装置として、ループ状の熱輸送管の内部を循環する熱媒体オイルにより熱電モジュールの高温側接触部を加熱し、冷却装置の内部を流す冷却水により熱電モジュールの低温側接触部を冷却し、熱電モジュールの高温側接触部と低温側接触部との間に温度差を生じさせて熱発電を行なうものがある。

【0004】熱媒体オイルが封入された熱輸送管を用いる熱発電装置の場合、循環ポンプを用いて、熱媒体オイルを強制的に循環させる必要がある。図5は、熱媒体オイルが熱電モジュールの高温側接触部を流れるときの流速と熱電モジュールの発電量との関係を示している。

このデータは、熱源と熱電モジュールが略同じ高さ位置にあり、高温側接触部の温度が130℃、低温側接触部の温度が20℃のときのものである。図5を参照する

と、熱電モジュールの高温側接触部を流れる熱媒体オイルの流速が速くなるほど発電出力が増加するが、同時にポンプの駆動に要する電力も増大するため、熱媒体オイルの流速が所定の値(図5では約2m/sec)を超えると正味発電量は却って少なくなること示している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このため、熱電モジュールの高温側接触部の加熱用に熱媒体オイルを用いた熱発電装置では、熱媒体オイルを最適な流速に管理することにより、最も効率の良い発電量を得ることができ、しかし、循環ポンプの駆動に要する電力量は発電量を相殺されることを考えると、熱媒体オイルの最適流速を管理するだけでは効率的な熱発電を達成することはできない。このため、ポンプの駆動に要する電力を可及的に少なくする必要がある。

【0006】さらにまた、熱電モジュールの低温側接触部を冷却水で冷却する場合、冷却水を循環させるために循環ポンプが用いられるため、このポンプを駆動するのに要する電力量も可及的に少なくする必要がある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の熱発電装置は、高温側接触部及び低温側接触部を有する熱電モジュールと、内部を熱媒体が循環し熱電モジュールの高温側接触部を加熱する熱輸送管と、熱電モジュールの低温側接触部を冷却する冷却装置とを具えてなり、熱輸送管は、熱源の中に配備されて熱媒体が加熱される受熱部と、熱源の外に配備されて熱電モジュールの高温側接触部を加熱する熱放出口を有しており、受熱部は熱放出口よりも高い位置に配置したものである。具体的には、受熱部は、出口を入口よりも高い位置に配置し、熱放出口は、入口を出口よりも高い位置に配置し、熱放出口の入口を受熱部の出口よりも高い位置に配置するようにしたものである。

【0008】なお、冷却装置は、空冷式又は水冷式のどちらを用いてもよいが、冷却能力の点で水冷式が好ましい。また、水冷式の中でも、内部を冷却媒体が循環する導管と、冷却媒体を冷却する冷却塔を具えた装置を用いる場合、導管は、熱電モジュールの低温側接触部を冷却する冷却部の出口を入口よりも高い位置に配置し、冷却塔は、入口を出口よりも高い位置に配置し、冷却塔の入口を冷却部の出口よりも高い位置に配置することが望ましい。

## 【0009】

【作用及び効果】熱媒体は、受熱部の入口に入る直前では低温であるが、熱源に挿入された受熱部の中に入ると直ちに昇温を始め、熱媒体は温度上昇と共に密度が小さくなるから、自然対流が生じ、上方に向かって自然移動する。受熱部の出口よりも高い位置に熱放出口の入口を設けてあり、また受熱部と熱放出口の間は保温されているので、高温の熱媒体は受熱部の出口を出て上方

に自然移動し、実質的に温度降下することなく熱放出部の入口に達する。熱放出部に到達した熱媒体は、熱電モジュールの高温側接触部との熱交換により、温度が低下するため、密度が大きくなって下方に自然移動する。

【0010】このように、熱輸送管の中では熱媒体の自然対流が生じているから、熱媒体を所望の流速で循環させるのに必要な循環ポンプの仕事量を大きく低減することができる。従って、熱電発電システムにより発生する正味電力量を増大させ、発電効率を高めることができる。

【0011】冷却装置の中を流れる冷却水についても同様に、冷却路にて冷却された冷却水が冷却部の入口に入ると、熱電モジュールの低温側接触部と熱交換が行われる。この結果、冷却水は、温度が上昇し、密度が小さくなり、自然対流により上方に向かって自然移動する。従って、冷却水を所望の流速で流渡させるのに必要な循環ポンプの仕事量を低減できる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の熱電発電装置の具体的な構成を図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の熱電発電装置(20)をごみ焼却炉(10)に適用した例を示しており、クレーンバケット(12)からごみ焼却炉(10)の燃焼室(14)の中に投入された生活ごみ(16)が燃焼する際に発生する廃熱を利用して熱電発電が行われる。

【0013】熱電発電装置(20)は、高温側接触部(31)及び低温側接触部(32)を有する熱電モジュール(30)と、熱電モジュールの高温側接触部(31)を加熱する熱輸送管(40)と、熱電モジュールの低温側接触部(32)を冷却する冷却装置(50)を具えた構成であり、熱電モジュール(30)で発生した熱起電力は、例えばインバータ(22)に送られ、商用電源と同じ電圧に変換される。

【0014】熱電モジュール(30)の一例として、図3に示されるように、一対の電極板(33)(33)の間に接合されたp型熱電素子(34)とn型熱電素子(35)が平板状に縦横に並べられ、隣り合う電極板どうしが平坦部(36)により電気的に直列接続されたものが使用される。電極板(33)(33)の上には、セラミック等からなる基板が接合され、高温側接触部(31)と低温側接触部(32)を構成している。電気的直列回路の基端と終端となる熱電素子には、リード線(37)が取り付けられる。

【0015】熱電素子の材料は特に限定されるものでなく、熱源の温度に応じて、約300～約600℃の温度で良好な熱起電力特性を示すPb-Bi系熱電材料、常温～約300℃の温度で良好な熱起電力特性を示すBi-Ti系熱電材料などを使用することができる。例えば、Bi-Ti系熱電材料では、p型熱電素子として、 $(\text{Bi}_2\text{T}_2\text{e}_3)_{1-x}(\text{Sb}_2\text{T}_2\text{e}_3)_x$ であり、 $x$ が0.7～0.85のもの、n型熱電素子として、 $(\text{Bi}_2\text{T}_2\text{e}_3)_{1-x}(\text{Bi}_2\text{S}_2\text{e}_3)_x$ であり、 $x$ が0.05～0.15のものをを用いることができる。

【0016】熱輸送管(40)は、熱媒体が加熱される受熱部(42)と、熱電モジュール(30)の高温側接触部(32)を加熱する熱放出部(44)を具えており、受熱部(42)と熱放出部(44)は連結パイプ(45)により接続され、内部を熱媒体が循環している。連結パイプ(45)は断熱材で被覆されている。また、熱放出部(44)の出口と受熱部(42)の入口を繋ぐ連結パイプ(45)には、熱媒体を循環させる循環ポンプ(46)が配備される。熱輸送管(40)の熱放出部(44)は、熱電モジュール(30)の高温側接触部(31)との接触面積を大きくして熱交換効率を高めるために、図2に示される如く蛇行した管形態にすることが望ましい。或はまた、熱伝導率の良好な金属に埋め込んだ構造にすることも効果的である。なお、熱輸送管(40)の受熱部(42)についても、熱放出部(44)と同様、蛇行した管を、熱源である焼却炉(10)の中に配備することが望ましい。

【0017】本発明の熱電発電装置に使用される熱媒体は、温度変化に対して密度の変化の大きい熱媒体オイルを使用することが好ましく、例えば、パレルサム400(Paerl-Sam)は松村石油株式会社(商標名)を例示することができる。この熱媒体オイルの密度は、20℃で1045kg/m<sup>3</sup>、100℃で990kg/m<sup>3</sup>、200℃で920kg/m<sup>3</sup>、240℃で892kg/m<sup>3</sup>、300℃で852kg/m<sup>3</sup>、360℃で810kg/m<sup>3</sup>である。

【0018】冷却装置(50)は、内部を冷却水が循環する導管(51)と、冷却水を冷却する冷却塔(54)を具えており、導管(51)は、熱電モジュール(30)の低温側接触部(32)を冷却する冷却部(52)を有している。冷却塔(54)の出口と冷却部(52)の入口を繋ぐ導管(51)には、冷却水を循環させる循環ポンプ(57)が配備される。導管(51)の冷却部(52)は、熱電モジュール(30)の低温側接触部(32)との接触面積を大きくして熱交換効率を高めるために、図2に示される如く蛇行した管形態にすることが望ましい。或はまた、熱伝導率の良好な金属に埋め込んだ構造にすることも効果的である。なお、冷却装置(50)は、上述の水冷方式に限らず、必要に応じて空冷方式にすることも可能である。

【0019】本発明の熱電発電装置は、熱輸送管(40)の熱放出部(44)を受熱部(42)よりも高い位置に配置している。つまり、受熱部(42)は、出口(42b)を入口(42a)よりも高い位置に配置し、熱放出部(44)は、入口(44a)を出口(44b)よりも高い位置に配置した上で、熱放出部の入口(44a)を受熱部の出口(42b)よりも高い位置に配置している。なお、ごみ焼却炉の廃熱を利用して従来の熱電発電装置の場合では、利用する熱源が地上よりかなり高い位置にあることから、熱輸送管(40)の熱放出部(44)は、図6に示すように、受熱部(42)よりも低い位置に設置されていた。

【0020】前述の水冷式冷却装置(50)の場合についても同様に、冷却部(52)は、出口(52b)を入口(52a)よりも高い位置に配置し、冷却塔(54)は、入口(54a)を出口(54b)

b)よりも高い位置に配置し、冷却塔の入口(54a)を冷却部の出口(52b)よりも高い位置に配置する。

【0021】例えば、図4に示される如く、熱輸送管(40)の受熱部(42)の入口(42a)及び出口(42b)の温度が夫々240℃及び360℃、熱放出口(44)の入口(44a)及び出口(44b)の温度が夫々360℃及び240℃となったとき、熱輸送管(40)の受熱部(42)の出口(42b)と熱放出口(44)の入口(44a)との高さの差をhとすると、受熱部(42)と熱放出口(44)の間では、次式で示される圧力差を得ることができる。 $h \times (240^\circ\text{Cでの密度} - 360^\circ\text{Cでの密度})$  ここでhを5mとし、熱媒体オイルとして前述のパーレサーム400を用いた場合を考えると、この熱媒体オイルの密度は、240℃で892kg/m<sup>3</sup>、360℃で810kg/m<sup>3</sup>であるから、約0.4kgf/cm<sup>2</sup>の圧力差を得ることができる。熱輸送管内でこのような圧力差を得ることができるので、流速を問題にしなければ自然循環も可能であろう。

【0022】このように、本発明の熱電発電装置では、熱輸送管内を流れる熱媒体に自然対流を生じさせて熱媒体を自然移送するから、熱媒体を所望の流速で循環させるのに必要なポンプの仕事量を少なくすることができ、熱電発電効率の向上を達成できる。本発明の熱電発電装置は、例えばごみ焼却炉の廃熱を利用した発電において

高い発電効率を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熱電発電装置をごみ焼却炉に適用した例を説明する図である。

【図2】熱電モジュールに熱輸送管の熱放出口と導管の冷却部を配置した概略構成を示す斜視図である。

【図3】熱電モジュールの概略構成を一部破断して示す斜視図である。

【図4】熱輸送管の説明図である。

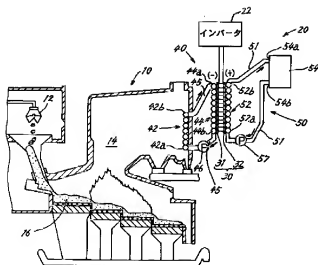
【図5】熱媒体オイルの流速と電力との関係を示すグラフである。

【図6】従来熱電発電装置の説明図である。

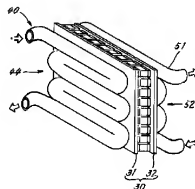
#### 【符号の説明】

- (10) ごみ焼却炉
- (20) 熱電発電装置
- (30) 熱電モジュール
- (31) 高温側接触部
- (32) 低温側接触部
- (40) 熱輸送管
- (42) 受熱部
- (44) 熱放出口
- (50) 冷却装置

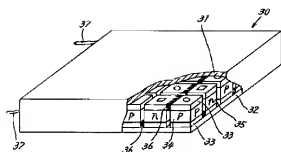
【図1】



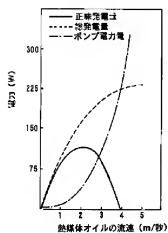
【図2】



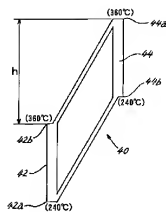
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

